

RANCANGAN SUMUR RESAPAN SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN ALIRAN LIMPASAN DI PERUMAHAN GRIYA TAMAN ASRI KABUPATEN SLEMAN

Agung Hidayat
agunghidayat@mail.com

Slamet Suprayogi
ssuprayogi@mail.ugm.ac.id

Abstract

This research be held in Griya Taman Asri Residence with aims are (a) to measure overland flow coefficient, (b) measure rainfall intensity with 5, 10, 25, and 50 year return period, and (c) to determine design of recharge well dimension. This research done by processing secondary data are rainfall intensity analysis and dominant rainfall duration from Beran Weather Station's data furthermore observation to determine soil permeability and groundwater table depth. Measurement of recharge well conducted with Sunjoto method that classified based on roof building area from on screen digitation of satellite imagery. The result shown that overland flow coefficient is 0,645. Rainfall design intensity for 5, 10, 25, and 50 year return period are 48,04 mm/hour; 54,67 mm/hour; 62,75 mm/hour; and 68,53 mm/hour. Recharge well dimension with 1 m diameter shown various depth between 1,5-8,5 m.

Keywords: overland flow coefficient, rainfall intensity, soil permeability, recharge well.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Griya Taman Asri dengan tujuan yaitu, (a) menghitung nilai koefisien aliran, (b) menghitung intensitas hujan periode ulang 5, 10, 25, dan 50 tahun, dan (c) menentukan desain dimensi sumur resapan. Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan data sekunder berupa analisis intensitas hujan dan durasi hujan dominan dari data stasiun hujan Beran, serta pengukuran langsung di lapangan untuk mengetahui permeabilitas tanah dan tinggi muka airtanah. Perhitungan sumur resapan dilakukan dengan metode Sunjoto yang dibedakan berdasarkan klasifikasi luas atap bangunan dari proses digitasi *on-screen* citra satelit. Hasil perhitungan diperoleh nilai koefisien aliran sebesar 0,645. Intensitas hujan rancangan pada periode ulang 5, 10, 20, dan 50 tahun berturut-turut yaitu 48,04 mm/jam, 54,67 mm/jam, 62,75 mm/jam, dan 68,53 mm/jam. Dimensi sumur resapan dengan diameter 1 meter diperoleh kedalaman bervariasi yaitu berkisar 1,5-8,5 meter.

Kata kunci: koefisien aliran, intensitas hujan, permeabilitas tanah, sumur resapan

PENDAHULUAN

Alih fungsi lahan merupakan perubahan penggunaan lahan dari suatu fungsi tertentu menjadi fungsi lain. Salah satunya yaitu lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Alih fungsi lahan dalam hal ini akan menyebabkan semakin berkurangnya daerah tangkapan hujan karena lahan menjadi kedap air. Kondisi ini tentu dapat meningkatkan pembentukan aliran limpasan (*overland flow*) karena minimnya tempat infiltrasi air.

Sebagian wilayah Kabupaten Sleman merupakan kawasan resapan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun di kawasan hulu dapat menyebabkan berkurangnya area resapan yang semestinya digunakan sebagai *recharge area*. Daerah penelitian yang berada di Kecamatan Sleman dan Kecamatan Ngaglik masih termasuk dalam kawasan peresapan sesuai rencana tata ruang daerah Kabupaten Sleman. Padatnya area perumahan tentu dapat berdampak pada *input* airtanah dan pembentukan aliran limpasan, sehingga perlu dilakukan upaya konservasi untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Aliran limpasan dapat berpotensi menyebabkan banjir apabila saluran air atau sungai tidak dapat menampung volume aliran limpasan. Oleh karena itu diperlukan upaya penanganan untuk menahan air hujan agar tidak langsung dibuang sebagai aliran limpasan (Suripin, 2002). Salah satu upaya konservasi yang dapat dilakukan yaitu dengan penerapan sumur resapan.

Sumur resapan dapat diterapkan pada setiap rumah dengan melihat seberapa luas lahan tanah yang ditutupi oleh bangunan. Sumur resapan ini sebagai salah satu upaya pengendali banjir yang dilakukan dengan menampung air hujan pada suatu lubang atau sumur dan meresapkannya ke dalam tanah (Kusnaedi, 2011). Tujuan dari penelitian ini yaitu: (a) menghitung koefisien aliran, (b) menghitung intensitas hujan periode ulang 5, 10, 25, dan 50 tahun, dan (c) menentukan desain dimensi sumur resapan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan data sekunder dan pengukuran langsung di lapangan untuk memperoleh data primer. Data primer yang dikumpulkan yaitu data permeabilitas tanah dan data elevasi yang diukur secara langsung di lapangan, data kedalaman muka airtanah yang diperoleh dengan wawancara, serta data luas atap bangunan yang dihitung berdasarkan digitasi pada citra Satelit *Bing*.

Data sekunder yang dikumpulkan yaitu data curah hujan yang diperoleh dari instansional. Penentuan desain sumur resapan ditentukan berdasarkan beberapa parameter, yaitu intensitas hujan, durasi hujan, luas area tangkapan hujan, debit masukan, permeabilitas tanah, dan faktor geometrik. Analisis metode penelitian dilakukan dengan beberapa tahap perhitungan statistik dan perhitungan matematis melalui rumus yang sudah ada.

Hujan Rancangan diperoleh dari perhitungan data hujan harian maksimum stasiun hujan Beran dan ditentukan jenis distribusi yang paling sesuai. Jenis distribusi tersebut juga akan diuji dengan uji statistik untuk mengetahui distribusi data yang digunakan dapat diterima atau tidak. Nilai intensitas hujan rancangan diperoleh dengan menggunakan persamaan Mononobe berikut.

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{T}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan:

I : Intensitas Hujan (mm/jam)

R24 : Curah Hujan Maks, (mm)

T : Durasi Hujan (jam)

Durasi hujan dominan ditentukan dengan perhitungan durasi hujan setiap jam. Data yang digunakan yaitu berdasarkan data stasiun hujan Beran tahun 2011 sampai 2015. Penentuan durasi hujan dominan dalam satu hari akan diambil pada kejadian hujan paling panjang.

Klasifikasi luas atap bangunan ditentukan dengan digitasi *on-screen* pada Citra Satelit *Bing* tahun perekaman 2015. Selain itu juga dilakukan pengukuran langsung pada beberapa sampel untuk mengetahui akurasi dari hasil digitasi. Luas atap bangunan selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan aturan Sturgess.

Debit masukan sumur resapan dibedakan berdasarkan kelas luas atap bangunan. Debit masukan ini merupakan input dari sumur resapan yang akan dirancang. Perhitungan debit masukan ditentukan berdasarkan persamaan rasional berikut.

$$Q_p = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Keterangan:

Q_p : debit aliran puncak (m³/detik)

C : koefisien aliran permukaan

I : intensitas hujan (mm/jam)

A : luas atap bangunan (ha)

Nilai permeabilitas tanah diukur secara langsung di lapangan dengan metode *invers auger hole*. Titik sampel pengukuran ditentukan berdasarkan *purposive random sampling*. Perhitungan permeabilitas tanah digunakan persamaan berikut:

$$K = 1,15r \frac{\log\left(h(t_1) + \frac{r}{2}\right) - \log\left(h(t_n) + \frac{r}{2}\right)}{t_n - t_1}$$

Keterangan:

K : Koefisien Permeabilitas (cm/s)

R : jari-jari lubang bor (cm)

Kedalaman muka airtanah ditentukan dengan wawancara. Pertimbangan tentang dilakukannya pengukuran ini karena banyak sumur airtanah yang sudah ditutup beton. Sampel pengukuran ditentukan berdasarkan *systematic sampling* pada *grid* yang sudah ditentukan.

Sumur resapan ditentukan dengan diameter 1 meter dan kedalamannya dibedakan berdasarkan kelas luas atap bangunannya. Dimensi sumur resapan ditentukan dengan persamaan Sunjoto berikut.

$$H = \frac{Q}{FK} \left[1 - e^{-\left(\frac{FKT}{\pi R^2}\right)} \right]$$

Keterangan:

H : kedalaman sumur resapan (m)

F : faktor geometrik (m)

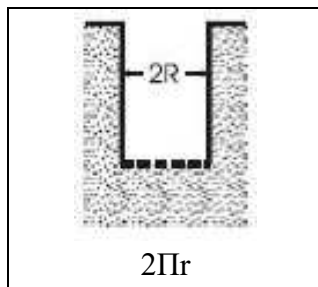
Q : debit air masuk (m³/detik)

T : waktu pengaliran (detik)

K : koef. permeabilitas (m/detik)

R : jari-jari sumur (m)

Penentuan dimensi sumur resapan juga diperlukan adanya faktor geometrik. Faktor geometrik sumur resapan merupakan faktor koreksi berdasarkan bentuk sumur resapan yang akan digunakan. Penelitian ini menggunakan faktor geometrik seperti Gambar 1 dengan pertimbangan kondisi tanah yang berpasir di daerah penelitian.



Gambar 1. Faktor Geometrik
Sumber: Suripin (2002)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Akuifer

Daerah penelitian termasuk dalam bentuklahan dataran fluvial kaki gunungapi dengan relief kemiringan berkisar antara 0-2%, sehingga proses dominan di daerah ini adalah sedimentasi material vulkanik (Sutikno dkk, 2007). Daerah vulkanik memiliki material dominan berupa pasir dan kerikil sehingga memiliki rekahan maupun porositas yang besar dan baik sebagai akuifer. Material ini menunjukkan bahwa batuan pembentuk akuifer berupa formasi geologi endapan aluvial dengan 90% airtanahnya berada pada material lepas (Todd, 1980).

Daerah penelitian termasuk dalam jenis akuifer ruang antar butir dengan kedalaman airtanah kurang dari 20 meter. Airtanah ini berada pada

lapisan pasir, pasir lempungan, dan pasir kerikil. Dengan material dominan berupa pasir dan kerikil, jenis akuifer ini memiliki produktivitas airtanah yang baik dan merupakan tanah permeabel.

Hujan Rancangan

Perhitungan hujan rancangan di daerah penelitian, setelah diuji dengan Uji chi-kuadrat dan Uji Smirnov-Kolmogorov diperoleh bahwa jenis distribusi paling sesuai untuk data curah hujan stasiun hujan Beran yaitu digunakan distribusi log normal. Hasil perhitungan diperoleh nilai curah hujan yang semakin besar pada periode ulang yang lebih panjang seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hujan Rancangan

Periode Ulang	Curah Hujan (mm)
5	137,117
10	156,023
25	179,105
50	195,594

Sumber: Hasil Olah data (2017)

Durasi Hujan

Hasil perhitungan yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat variasi durasi hujan mulai dari durasi hujan 1 jam hingga 9 jam, seperti pada Tabel 2. Dilihat dari frekuensinya, data durasi hujan paling dominan yaitu pada durasi hujan 1 jam. Data tersebut menunjukkan durasi hujan dominan 1 jam terjadi pada tahun 2011 hingga 2015. Dengan demikian durasi hujan dominan yang akan digunakan dalam perhitungan sumur resapan terkait waktu pengaliran dan penentuan debit masukan yaitu selama waktu 1 jam.

Tabel 2. Durasi Hujan

Tahun	Frekuensi Kejadian Setiap Durasi Hujan								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2011	70	40	25	14	7	4	1	0	0
2012	65	32	21	19	10	7	6	1	2
2013	82	42	20	9	6	6	4	2	3
2014	58	35	22	20	14	4	4	1	2
2015	62	27	11	17	16	4	5	3	2

Sumber: Hasil Olah Data (2017)

Intensitas Hujan

Hasil perhitungan intensitas hujan menunjukkan variasi nilai intensitas hujan pada durasi hujan tertentu dan pada periode ulang tertentu. Kurva IDF menggambarkan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan. Berdasarkan kurva IDF dapat dilihat bahwa bentuk pola yang sama antara intensitas hujan pada suatu periode ulang dengan periode ulang lainnya, seperti pada Gambar 2. Kondisi ini sesuai dengan teori bahwa semakin singkat waktu terjadinya hujan maka semakin lebat intensitas hujan dan curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu (Sosrodarsono, 1978).

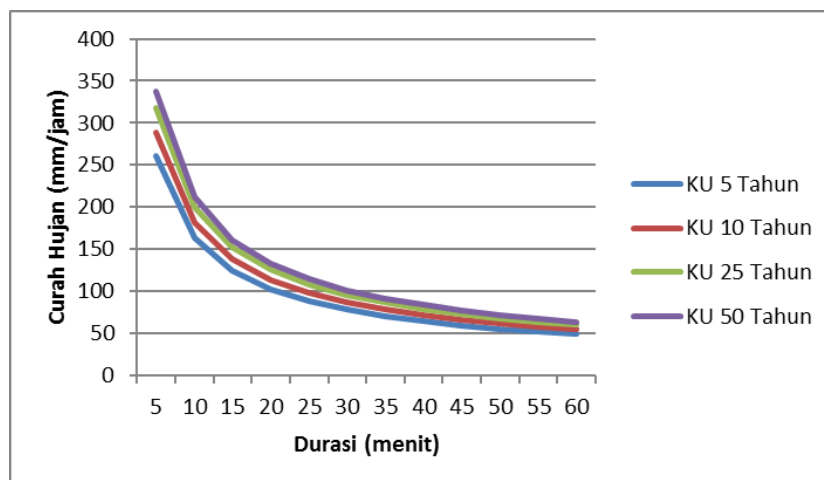
Klasifikasi Luas Atap

Hasil digitasi *on-screen* menunjukkan luas atap bangunan rumah berkisar antara 24-218 m². Jumlah total bangunan yang ada sebanyak 515 bangunan. Hasil validasi menunjukkan luas atap bangunan dari digitasi *on-screen* memiliki akurasi sebesar 90,58%.

Banyaknya variasi ukuran tersebut sehingga perlu dilakukan klasifikasi luas atap bangunan. Klasifikasi ini didasarkan pada aturan Sturgess. Hasil klasifikasi ini diperoleh sebanyak 10 kelas luas atap bangunan. yaitu luas atap 21-40 m², 41-60 m², 61-80 m², 81-100 m², 101-120 m², 121-140 m², 141-160 m², 161-180 m², 181-200 m², dan 201-220 m².

Debit Masukan

Hasil perhitungan diperoleh bahwa pengaruh luas luas atap bangunan cukup dominan dimana dengan intensitas hujan yang sama, semakin besar luas atap bangunan maka nilai debit masukan juga akan semakin besar. Hal ini seperti ditunjukkan pada Tabel 3



Gambar 2. Kurva IDF

Sumber: Hasil Analisis (2017)

Tabel 3. Debit Masukan Pada Berbagai Periode Ulang

Luas Atap (m ²)	Q Pada Periode Ulang (m ³ /s)			
	5	10	25	50
40	0,000454	0,000517	0,000593	0,000648
60	0,000681	0,000775	0,000890	0,000972
80	0,000908	0,001033	0,001186	0,001296
100	0,001135	0,001292	0,001483	0,001619
120	0,001362	0,001550	0,001779	0,001943
140	0,001589	0,001809	0,002076	0,002267
160	0,001816	0,002067	0,002373	0,002591
180	0,002043	0,002325	0,002669	0,002915
200	0,002271	0,002584	0,002966	0,003239
220	0,002498	0,002842	0,003262	0,003563

Sumber: Hasil Olah Data (2017)

Panjang pendeknya periode ulang yang digunakan juga turut berpengaruh dalam penentuan debit masukan. Semakin panjang periode ulang yang digunakan maka nilai debit masukan akan semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena nilai intensitas hujan akan semakin tinggi.

Permeabilitas Tanah

Hasil pengukuran koefisien permeabilitas tanah diperoleh bahwa seluruh sampel tanah yang diuji sesuai dengan kriteria nilai permeabilitas tanah berpasir. Rata-rata nilai permeabilitas tanah dari 5 titik sampel yang diambil diperoleh nilai sebesar 3,8 m/hari. Nilai tersebut masih memenuhi syarat dalam pembuatan sumur resapan sesuai SNI 03-2453-2002, yaitu tanah memiliki nilai permeabilitas lebih besar dari 2 m/hari.

Kedalaman Muka Airtanah

Hasil pengukuran kedalaman muka airtanah di lokasi penelitian yang ditentukan menggunakan metode *systematic sampling* diperoleh bahwa

kedalaman muka airtanah bervariasi 8-11 meter. Batas kedalaman tinggi muka airtanah akan berbeda-beda pada setiap blok perumahan. Dengan demikian, kedalaman maksimum sumur resapan yang dibuat juga akan menyesuaikan lokasi blok.

Sumur Resapan

Hasil perhitungan dimensi sumur resapan di daerah penelitian diperoleh variasi kedalaman sumur resapan dengan luas atap dan periode ulang yang berbeda. Variasi kedalaman sumur resapan dalam satu kelas luas atap menunjukkan bahwa kedalaman sumur resapan akan semakin meningkat pada periode ulang hujan yang lebih lama. Selain itu pada periode ulang hujan yang sama, kedalaman sumur resapan akan semakin meningkat pada kelas luas atap yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa luas atap bangunan dan periode ulang sangat berpengaruh terhadap dimensi sumur resapan, seperti dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kedalaman Sumur Resapan

Luas Atap (m ²)	Kedalaman (m) pada Periode Ulang			
	5	10	25	50
21-40	1,5	1,8	2,0	2,2
41-60	2,3	2,6	3,0	3,3
61-80	3,1	3,5	4,0	4,4
81-100	3,8	4,4	5,0	5,5
101-120	4,6	5,3	6,0	6,6
121-140	5,4	6,1	7,0	7,7
141-160	6,2	7,0	8,0	8,8
161-180	6,9	7,9	9,0	9,9
181-200	7,7	8,8	10,1	11,0
201-220	8,5	9,6	11,1	12,1

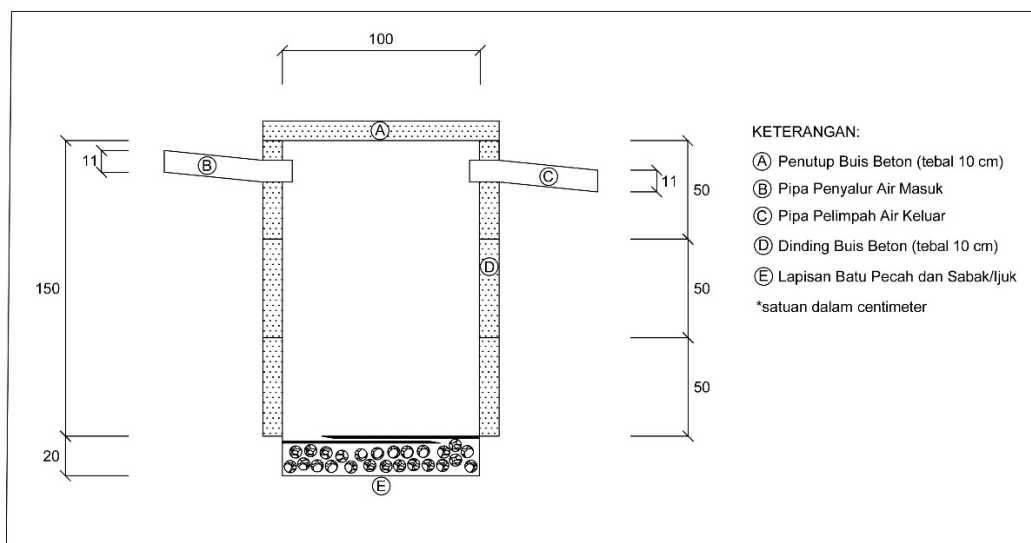
Sumber: Hasil Olah Data (2017)

Salah satu contoh kasus yang dapat diambil dari penelitian ini misalkan untuk kelas luas atap bangunan 21-40 m². Sumur resapan yang diperlukan untuk kelas luas atap bangunan tersebut yaitu minimal memiliki kedalaman 1,5 meter. Dengan demikian apabila

digunakan buis beton ukuran diameter 100 cm dan tinggi 50 cm, maka diperlukan 3 buis beton untuk membuat sumur resapan, seperti Gambar 3.

Pembuatan sumur resapan juga diperlukan pertimbangan kondisi lokasi kajian. Lokasi memiliki kedalaman muka airtanah sebesar 8-11 meter, sehingga kedalaman sumur resapan tidak boleh melebihi batas muka airtanah tersebut. Dengan demikian diperlukan modifikasi untuk rekomendasi dimensi sumur resapan yang memiliki kedalaman lebih dari 8 meter.

Rekomendasi dimensi sumur resapan yang melebihi kedalaman muka airtanah yaitu pada kelas luas atap bangunan diatas 200 meter persegi. Modifikasi yang dapat dilakukan yaitu dengan membagi sumur resapan menjadi dua bagian, sehingga diperlukan pembuatan sumur resapan pada 2 titik yang berbeda dengan kedalaman total sesuai dengan rekomendasi dalam penelitian ini.



Gambar 3. Contoh Desain Dimensi Sumur Resapan
Sumber: Hasil Analisis (2017)

Setiap daerah memiliki kondisi dan karakteristik yang berbeda-beda. Penentuan sumur resapan ini dirancang agar dapat diterapkan di daerah penelitian, yaitu Perumahan Griya Taman Asri. Dengan demikian, dalam penentuan dimensi sumur resapan perlu dipertimbangkan dimana sumur resapan akan dibuat agar dapat berfungsi secara efektif.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu:

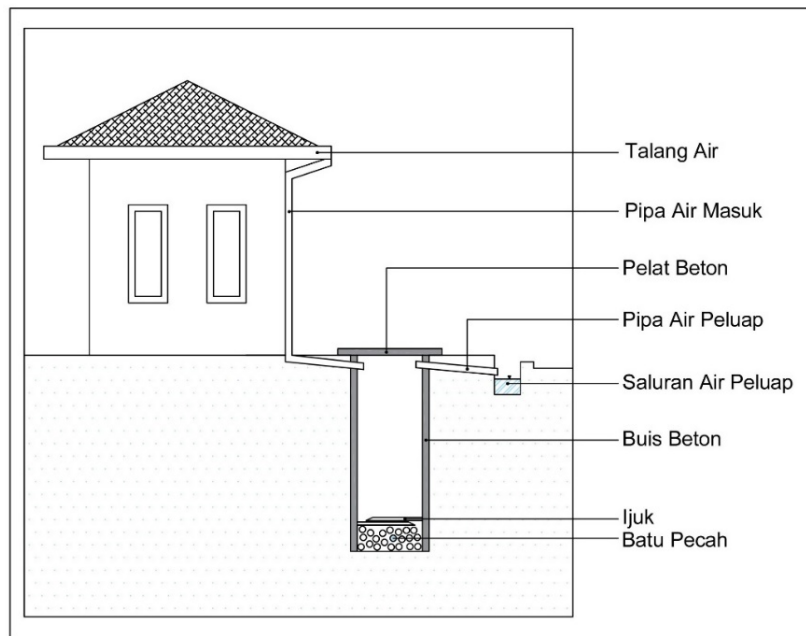
1. Nilai koefisien aliran di Perumahan Griya Taman Asri yaitu sebesar 0,645 dengan jenis penggunaan lahan berupa lahan pertanian, perkerasan jalan, taman, lahan tidak dikerjakan, dan bangunan.
2. Intensitas hujan rancangan di daerah penelitian dengan durasi hujan dominan selama 1 jam pada periode ulang 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, dan 50 tahun berturut-turut yaitu 48,042 mm/jam, 54,666 mm/jam, 62,754 mm/jam, dan 68,531 mm/jam.
3. Sumur resapan yang dapat diterapkan di daerah penelitian memiliki desain penampang berbentuk lingkaran dengan diameter 1 meter, dinding impermeabel terbuat dari buis beton, dan kedalaman yang bervariasi tergantung luas atap bangunan. Kedalaman sumur resapan untuk kelas luas atap 21-40 m² sebesar 1,5 meter, luas atap

41-60 m² sebesar 2,3 meter, luas atap 61-80 m² sebesar 3,1 meter, luas atap 81-100 m² sebesar 3,8 meter, luas atap 101-120 m² sebesar 4,6 meter, luas atap 121-140 m² sebesar 5,4 meter, luas atap 141-160 m² sebesar 6,2 meter, luas atap 161-180 m² sebesar 6,9 meter, luas atap 181-200 m² sebesar 7,7 meter, dan luas atap 201-220 m² sebesar 8,5 meter,

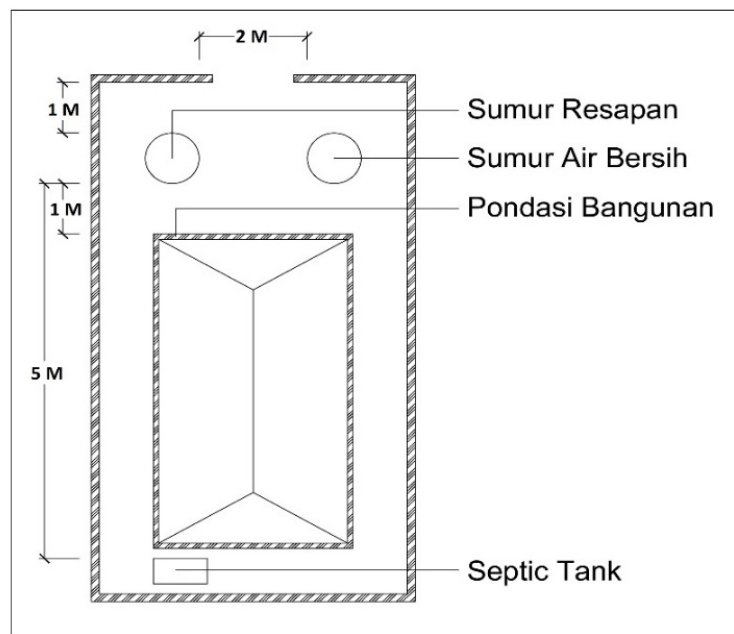
DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2453-2002 Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan*. Bandung. Badan Standarisasi Nasional.
- Kusnaedi. (2011). *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sosrodarsono, S. (1978). *Pengembangan Wilayah Sungai*. Yogyakarta: Pendidikan Citra Penginderaan Jauh.
- Suripin. (2002). *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sutikno, Santosa, L.W., Widiyanto, Kurniawan, A., dan Purwanto, T.H. (2007). *Kerajaan Merapi: Sumberdaya Alam dan Daya Dukungnya*. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Todd, D.K. (1980). *Groundwater Hydrology*. New York: John Willey & Sons.

LAMPIRAN



Gambar 4. Desain Sumur Resapan
Sumber: Kusnaedi (2011)



Gambar 5. Kriteria Jarak Sumur Resapan Terhadap Bangunan Lain
Sumber: SNI (2002)